

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA
OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

**NÁVRH REKULTIVACE ODVALU KAMENOLOMU
HRANIČNÁ V JIŽ ZADANÝCH PODMÍNKÁCH SPRÁVY
CHKO JIZERSKÉ HORY**

**The land reclamation proposal of waste dump of stone pit
Hraničná in conditions CHKO Jizerské hory**

diplomová práce

Autor:

Bc. Petr Rameš

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Hummel, Ph.D.

Most 2009

PROHLÁŠENÍ

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Mostě dne 27. 4. 2009

Bc. Petr Rameš

ANOTACE

V předložené diplomové práci je zpracován návrh rekultivace odvalu kamenolomu Hraničná. V první části je podrobný popis ložiska a technologie dobývání suroviny pro zpracování na výrobky hrubé kamenické výroby a na výrobky ušlechtilé kamenické výroby. Stěžejní část tvoří popis stávajícího stavu odvalu a návrh technické a biologické rekultivace za podmínek stanovených správou CHKO Jizerské hory. Závěrem je shrnut postup rekultivace s možným dalším nakládáním s nevyužitelnými surovinami při těžbě kamenolomu.

SUMMARY

The land reclamation proposal of waste dump of stone pit Hraničná is elaborated in the submitted thesis. The detailed description of the deposit and the technology of the extraction of raw material for the manufacturing to the products of rough stone-cutting production and to the products of rare stone-cutting production are defined in the first part. The fundamental part is created by the description of the existing state of the waste dump and the proposal of the technical and biological reclamation under conditions defined by the authority CHKO Jizerské hory. The process of the reclamation with the further possible treatment of the unexploitable raw materials at the exploitation of the stone pit is mentioned in conclusion.

OBSAH

Úvod	1
1. Charakteristika lokality	2
1.1. Geografie, geomorfologie a historie lokality	2
1.2. Základní údaje o ložisku	4
1.3. Geologické poměry	4
1.3.1. Geologie širšího okolí	4
1.3.2. Geologie vlastního ložiska	6
1.3.3. Stručná tektonická charakteristika	7
1.3.4. Hydrogeologické poměry	8
1.3.5. Stav zásob, perspektiva lokality	9
2. Popis technologie dobývání	10
3. Stav odvalu a rozbor situace	15
3.1. Historie odvalu	16
3.2. Stabilitní poměry stávajícího odvalu	18
3.3. Stabilitní poměry nově budovaných výsypných stupňů i závěrných svahů odvalu	21
4. Návrh rekultivace odvalu	22
4.1. Zásady nakládání s odvalem	22
4.2. Technická rekultivace na celé ploše odtěženého odvalu	23
4.2.1. Výpočet objemu hmot deponovaných v tělese odvalu	23
4.2.2. Návrh konečného stavu odvalu	26
4.2.3. Technologie odtěžené části odvalu	27
4.3. Biologická rekultivace	32
5. Stručný technicko-ekonomický a ekologický přínos řešení	34
Závěr	36
Seznam použité literatury	37
Seznam obrázků	38
Seznam tabulek	38
Seznam příloh	39

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

°	stupeň	MPa	megapascal
°C	stupeň Celsia	MŽP ČR	Ministerstvo životního prostředí České republiky
a.s.	akciová společnost	n.p.	národní podnik
cm	centimetr	např.	například
č.	číslo	OBÚ	Obvodní báňský úřad
č.j.	číslo jednací	odst.	odstavec
ČBÚ	Český báňský úřad	ONV	Okresní národní výbor
ČSR	Československá republika	OÚ	Okresní úřad
DP	dobývací prostor	OVÚP	Odbor výstavby a územního plánování
DPH	daň z přidané hodnoty	p.p.č.	parcelní popisné číslo
EIA	Environmental Impact Assessment	POPD	plán přípravy, otvírky a dobývání
Ha	hektar	s.p.	státní podnik
HKV	hrubá kamenická výroba	s.r.o.	společnost s ručením omezeným
CHLÚ	chráněné ložiskové území	S	sever
CHKO	chráněná krajinná oblast	Sb.	Sbírka
J	jih	SCHKO	správa chráněné krajinné oblasti
JV	jihovýchod	SZ	severozápad
k.ú.	katastrální území	t	tuna
kg	kilogram	t m ⁻³	tuna na metr krychlový
km	kilometr	tj.	to je
kN	kilonewton	UKV	ušlechtilá kamenická výroba
kW	kilowatt	VSV	východo-severovýchod
l min ⁻¹	litr za minutu	zák.	zákon
l s ⁻¹	litr za sekundu	ZJZ	západo-jihozápad
m n. m.	metr nad mořem	zn.	značka
m ²	metr čtvereční		
m ³	metr krychlový		
mm	milimetr		

ÚVOD

Základní předmět, který je řešen, není v podstatě provoz hornické činnosti – těžby kamene v kamenolomu Hraničná, ale stav a řešení provozování odvalového hospodářství. Odval je převážně tvořen surovinou, kterou lze dále zpracovat. Původní plán přípravy, otvírky a dobývání (POPD) řešil tuto problematiku tak, že nemělo dojít k rozšíření odvalového prostoru a vlastní odval měl být zvýšen. To však nebylo původními provozovateli dodrženo. Došlo tak jak k překročení výšky odvalu, tak k jeho rozšíření v ploše. Hlavní problém je v ochraně životního prostředí. Zejména v narušení krajinného rázu, který je o to závažnější, že se jedná o lokalitu v chráněné krajinné oblasti.

Hlavním cílem této práce je návrh rekultivace odvalu kamenolomu Hraničná za podmínek stanovených správou CHKO Jizerské hory včetně dodržení všech příslušných legislativních předpisů a norem. Z pohledu na celou problematiku je nutno uvést, že řešení stávajícího problému odvalu, ale i řešení dalšího provozu lomu vyžaduje stálou spolupráci mezi správou CHKO Jizerské hory a provozovatelem kamenolomu Hraničná, společností Ligranit, a. s.

1. CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Kamenolom Hraničná se nalézá v oblasti krkonošsko-jizerského žulového plutonu, v části tvořené známým ušlechtilým kamenem – „libereckou žulou“. Výhradní ložisko je roztěženo stěnojámovým lomem a patří ke klasickým těžebním lokalitám v oblasti Jizerských hor. Dobývání provádí liberecký LIGRANIT a.s. Zpracování na výrobky hrubé a ušlechtilé kamenické výroby není v současné době na lokalitě prováděno. Surovina je převážena na jiné provozy společnosti. Těžební organizace v současné době pomalu přechází z „klasické“ blokové těžby na těžbu pouze pomocí mobilních zařízení. Ty bude moci využít i na jiných lomech a reagovat tak pružně na potřeby trhu s kamenem v regionu. S tím souvisí i postupné navýšení těžby, která byla v posledních letech minimální. Dlouhodobým problémem této těžební lokality je její odvalové hospodářství. Kamenolom se totiž nalézá ve 3. zóně chráněné krajinné oblasti Jizerské hory a odval narušuje krajinný ráz oblasti. Problematika dopadů těžební činnosti je veřejností citlivě vnímána a je proto snahou těžaře tento problém řešit.

1.1. Geografie, geomorfologie a historie lokality

Území ložiska se nalézá 0,5 km západně od obce Hraničná, na katastrálním území stejnojmenné obce, nedaleko Jablonce n. N., v Libereckém kraji. Topograficky je území ložiska zobrazeno na mapě 1:50 000 (viz obr. č. 1: Území ložiska). Území se rozkládá na úbočí Jizerských hor v nadmořské výšce 590–640 m, okolí lomu je zalesněno. Vzhledem k nadmořské výšce a horskému charakteru oblasti zde převládá drsné podnebí s vyššími srážkami a v zimě s vyšší sněhovou pokrývkou. Lom je napojen udržovanou cestou v délce asi 600 m na asfaltovou silnici III. třídy v Janově nad Nisou a v Jablonci nad Nisou na silnici I/13.

Vlastní území je tvořeno nízkým hřbetem, který stoupá směrem k severu. Po obou stranách jsou mělká údolí. Geomorfologicky převážná část širšího okolí náleží celku Jizerských hor, podcelku Jizerská hornatina, okrsek Tanvaldská vrchovina. Pouze jihozápadně se k ložisku přibližuje celek Žitavské pánve (okrskem Jablonecká kotlina). Ložisko s lomem Hraničná je situováno na jihovýchodním okraji Vysokého hřebenu protaženého SZ-JV směrem, začínající kótou „Maliník“ (825,9 m n. m.), pokračující přes kótu 809,3 m n. m. k obci

Hranicná. V bezprostředním okolí lomu je členitost terénu druhotně zvýšena existencí několika starších, již opuštěných lomů, v nichž probíhala těžba pro místní potřebu hlavně ve 20. a 40. letech minulého století.



Obr. č. 1: Území ložiska

Území, na kterém se nachází lom Hraničná, nese řadu stop po lokálních těžbách kamene pro potřeby soukromých vlastníků pozemků nebo stavební aktivity nejbližšího okolí (viz příloha č.1: Celková situace kamenolomu Hraničná). Vyráběny byly běžné výrobky hrubé kamenické výroby (soklový kámen, hranol, obrubníky, schodišťové stupně a další). V roce 1938 německá společnost Ögerer provedla otvírku a začala s těžbou na místě dnešního lomu. V letech 1944–1948 nebylo ložisko těženo. V roce 1959 převzal těžbu v lomu národní podnik Severočeský průmysl kamene, Liberec a v roce 1966 Českomoravský průmysl kamene, n.p., Hradec Králové. Po krátké období byla vlastníkem lomu nástupnická organizace Liberecký průmysl kamene, s.p. V současné době je lom Hraničná ve vlastnictví firmy Ligranit a.s., Liberec.

1.2. Základní údaje o ložisku

Ložisko:	Hraničná č. 3101900
Surovina:	Stavební a dekorační kámen
Dobývací prostor:	DP Hraničná , Rozhodnutím Ministerstva Stavebnictví ČSR pod zn. 522/69 ze dne 5.8.1970. V rozhodnutí nejsou uvedeny žádné další podmínky. DP Hraničná I , Rozhodnutím Ministerstva Stavebnictví ČSR pod zn. DP - 7328/86 ze dne 28.5.1986. V rozhodnutí nejsou uvedeny žádné další podmínky.
Chráněné lož. území:	CHLÚ Hraničná, Rozhodnutím ONV Jablonec nad Nisou, č.j. Výst. 852/1960/154/243 ze dne 22.8.1961.

1.3. Geologické poměry

Pro bližší charakteristiku geologických poměrů je zapotřebí se blíže seznámit s geologií širšího okolí, geologií vlastního ložiska, tektonickou charakteristikou, hydrogeologickými poměry, stavy zásob a perspektivou lokality.

1.3.1. Geologie širšího okolí

Zkoumané území náleží regionálně geologicky ke krkonošsko-jizerskému žulovému plutonu. Okolí ložiska je tvořeno tzv. libereckým a jizerským granitem, které představují

okrajovou a jadernou facii výše uvedeného plutonu (*pozn.: dříve se pro tyto horninové typy používal název granitit - hrubozrnná biotitická žula, kterou G. Rose tak pojmenoval na rozdíl od názvu granit, který označoval dvojslídnu žulu, lemující západní část jižního okraje plutonu mezi Tanvaldem a Dlouhým Mostem v délce asi 20 km o šířce kolem 2 km, dnes se všechny horninové typy vyskytující se v krkonošsko-jizerském žulovém plutonu klasifikují podle Streckeiseny*).

Granit je vyvinut ve dvou faciích:

1. Facie okrajová – tzv. **liberecký granit** (zájmová hornina)
2. Facie jaderná – tzv. **jizerský granit**

Obě facie do sebe přecházejí naprosto povolně. Okrajová facie představuje horninu velmi hrubozrnnou, většinou s relativně méně výraznou porfyrickou strukturou (méně než u tzv. jizerského granitu). Draselný živec bývá většinou načervenalý, plagioklas je barvy bělavé nebo nazelenalé. Tento typ horniny je nazýván libereckou žulou a v okolí Liberce je hojně těžen a používán na různé druhy kamenických prací.

Jaderná facie má velmi výraznou porfyrickou strukturu, vyrostlice draselného živce jsou až 10 cm velké. Základní hmota je oproti liberecké žule jemnozrnnější.

Ostrou hranici mezi oběma odrůdami nelze vést, protože jsou většinou spojeny plynulými přechody. Porfyrický typ je hojnější a převládá zejména v západní části tělesa. Zvláštním typem horniny je amfibolicko-biotitický granodiorit od Fojtky (**fojtecký granit**) severně od Liberce, tvořící těleso obklopené ze všech stran normální žulou.

Krkonošsko-jizerský pluton je těleso hlubinných vyvřelin o celkové rozloze přibližně 1 100 km². Na dnešním povrchu má tvar připomínající ležatou osmičku. Pluton je protažen V–Z směrem, ve kterém dosahuje maximální délky 70 km. V S–J směru je minimální šířka přibližně uprostřed tělesa v okolí Harrachova (8 km), kdežto dále na východ i na západ se pluton rozšiřuje až asi na 20 km (linie Sněžka – Jelenia Góra a Jablonec nad Nisou – Hejnice). Zeměpisné ohraničení plutonu je na české straně dáno těmito místy: Hranice – Chrastava – Jablonec n. N. - Tanvald – Harrachov – Špindlerův Mlýn – Sněžka. Krkonošsko-jizerský žulový pluton má tvar desky, jejíž průměrná tloušťka se odhaduje na 4–5 km. K žilnému doprovodu plutonu patří aplity, pegmatity, žulové porfyry, žilné syenity, dioritové porfyryty a lamprofyry. Podle toho, že některé z těchto žil protínají na slezské straně do kulmských sedimentů, se přičítá krkonošsko-jizerskému plutonu

variské stáří. Kromě vlastního plutonu je krkonošsko-jizerská oblast tvořena dvěma intenzivně zvrásněnými a různě starými krystalickými jednotkami (algonickou a ordovicko-silurskou). Styk obou sérií je ostrý – transgresivní.

Ke starší, algonické sérii, se řadí komplexy svorů, rul a ortorul, skládající velkou část krystalinika Krkonoš a Jizerských hor severně, z části jižně, od žulového plutonu. Rovněž sem patří převážně drobové komplexy v plášti lužického žulového masivu a v severních částech ještědského pohoří. Kromě pravých svorů, tvořících plášť jizerských a krkonošských ortorul, jsou zastoupeny i horniny fylitické a odrůdy, které pro svůj značný obsah živce byly označovány jako svorové ruly a pararuly. Tyto horniny byly přeměněny mesozonální metamorfózou. Poněkud méně přeměněny jsou tyto horniny v západnějších částech krkonošsko-jizerského krystalinika, kde jsou vyvinuty jako fylity a filitické droby. Tento starý komplex hornin převážně sedimentárního původu je prostoupen mocnými tělesy ortorul, doprovázených místy i migmatity. Ortoruly jsou světlé, středně až hrubě zrnité horniny granitického složení. Největšího rozšíření dosahují ortouly na sever od krkonošsko-jizerského žulového plutonu (tzv. Jizerské ortoruly).

Horniny staropaleozoické série budují převážnou část krystalinika železnobrodského a ještědského, západní a jižní části krystalinika krkonošského a Rýchorské hory. Staropaleozoické horninové komplexy jsou v průběhu slaběji regionálně metamorfovány. Jejich přeměna (nejvýše epizonální) stoupá pozvolna od západu k východu. Za mladokaleonské orogeneze byly horniny epizonálně metamorfovány (starší zčásti retrogradně) a zvrásněny do mohutných, místy i přesmykových, vrás.

1.3.2. Geologie vlastního ložiska

Hlavní ložiskovou výplň tvoří hrubě až středně zrnitý porfyrický biotitický granit, známý pod obchodním označením „**liberecká žula**“ (viz obr. č. 2: Liberecká žula), který tvoří hlubší část krkonošsko-jizerského masivu a na povrch vystupuje vždy v okraji. V čerstvém stavu je hornina narůžovělá díky vyrostlým draselného živce sloupcovitého tvaru s rozměrem cca 2,5x1,8 cm. V hrubozrnné (5-10 mm) základní hmotě je kromě K-živce, plagioklas, křemen, biotit, amfibol, muskovit, akcesorický zirkon, apatit, titanit, ortit, magnetit a pyrit. Druhotně vzniká sericit, chlorit, epidot a limonit. V menším množství a v menších krystalech se jako vyrostlice vyskytují též bělavé plagioklasy. Některé

vyrostlice draselného živce mohou být lemovány bílým albitem. V základní hmotě je vedle kouřově světlešedého křemene a nevelkého množství biotitu (1-10 %) opět draselný živec a bílý nebo slabě nazelenalý plagioklas. Tendence vytvářet shluky zrn jak u křemene, tak i draselných živců, pak občas vedou k výskytu autolitických smouh a shluků projevujících se také barevnými změnami. Tvar mají zpravidla oválný a jejich rozměry jsou většinou v řádu centimetrů až decimetrů. Kromě toho se v ložisku Hraničná objevují i tmavé až černé uzavřeniny oválného tvaru a velikosti do cca 15 cm.



Obr. č. 2: Liberecká žula

1.3.3. Stručná tektonická charakteristika

Ložisko je porušeno dvěma směrově odlišnými, strmě ukloněnými poruchovými zónami. Jeden systém má směr SV–JZ až VSV–ZJZ a rozčleňuje ložisko do dvou neporušených ložiskových bloků tvořených čerstvou blokovitě odlučnou žulou. Oba ložiskové bloky omezuje ze SZ a z JV. Nejjižnější porucha tohoto směru je odkryta v obou bočních stěnách lomu a dále na patě lomu. Je široká 15–17 m a ukloněná asi 85° k JV. Poruchová zóna omezující severní ložiskový blok ze SZ byla zastižena horizontálním vrtem v metráži 117–123,5 m. Její šířka se pohybuje kolem 10 m, úklon 85° k SZ. Severní a jižní ložiskový blok oddělují dvě poruchové zóny přibližných směrů SV–JZ a VSV–ZJZ. Zóna SV–JZ

je mocná 6–10 m, má úklon 85° k SZ, byla zastižena v hloubce 54,2–59,2 m. Křižující poruchová zóna směru VSV–ZJZ se uklání pod úhlem kolem 80 – 85° k JV, její šířka kolísá od 10–12 m.

Všechny poruchové zóny jsou tvořeny střídavými polohami silně zvětralé a drcené nebo jílovitě rozložené žuly a polohami navětralé nebo čerstvé, avšak velmi hustě rozpukané žuly. Úzké poruchové zóny mocnosti 0,5–2 m obou hlavních směrů se ojediněle vyskytují i uvnitř ložiskových bloků, avšak vzhledem k malé mocnosti podstatně neovlivní těžbu ani množství výklizu.

Velký význam pro vlastní těžbu má systém Cloosových puklin, který vzniká během tuhnutí těles granitoidních hornin. Systém strmě ukloněných Q puklin (příčné) je vyvinut ve směru 35 – 45° s úklonem 70 – 90° a je kameníky označován jako tzv. „špatná strana“. Další systém puklin S (podélné) je rovněž strmě ukloněný (75 – 90°) a je orientován ve směru 120 – 135° („dobrá strana“). Třetí systém ploch odlučnosti tzv. L pukliny („ležení“) jsou mírně zaobleny a mají úklon k JV (kolem 10 – 15°) nebo SZ (10 – 20°), frekvence je poměrně pravidelná od 1,5–2,5 až 3 m, směrem do hloubky se zvětšuje na 3–4 m.

1.3.4. Hydrogeologické poměry

Ložiskové území leží vysoko nad místní erozní bází, kterou je místní bezejmenný potok, který je levostranným přítokem Bílé Nisy tekoucí jihozápadně od ložiska. Dosavadní průběh těžby potvrdil předpoklady hydrogeologicky jednoduchých podmínek. Určitou komplikací je skutečnost, že horizontální vrt Há–11 v severní části lomu zachytil v hloubce 98–102 m výrazný přítok podzemních vod o vydatnosti 15 – 20 l min^{-1} . Interpretací geologických a geofyzikálních dat bylo konstatováno, že se jedná o přítok z poruchového pásma SV–JZ směru, zastiženo v hloubce cca 30–35 m pod terénem za horní hranou lomu. Veškeré přítoky z horizontálních vrtů se pohybují řádově, v závislosti na počasí, od 0,1 do $0,25 \text{ l s}^{-1}$ a nepředstavují nebezpečí přesahující rámec obvyklého rozsahu.

Veškeré přítoky podzemních vod spolu se srážkami jsou sváděny do nejnižšího bodu zahloubení lomu. Čerpání sacím čerpadlem je pak prováděno v závislosti na potřebách lomu a klimatických podmínkách a odtud do občasné bezejmenné vodoteče pramenící cca 60 m východně od lomu.

1.3.5. Stav zásob, perspektiva lokality

Stav vytěžitelných zásob v DP Hraničná a Hraničná I dle posledního platného výkazu GEO V3 za rok 2008 je 938 400 m³ (viz tabulka č. 1: Stav vytěžitelných zásob). V současné době je ložisko těženo pouze v minimálním množství a primárně je dle možností využívána surovina deponovaná na odvalu (viz kapitola 3. Stav odvalu a rozbor situace). Na lokalitě probíhají těžební práce jen sezónně nebo pouze v případě, kdy to vyžadují potřeby výroby a poptávka zákazníků. Těžební organizace proto předpokládá těžbu na ložisku minimálně v řádu desítek let (resp. až prvních stovek). Z toho vyplývá i nutnost řešení problematiky odvalového hospodářství, která je hlavním konfliktem z pohledu ochrany přírody.

Tabulka č. 1: Stav vytěžitelných zásob

Z á s o b y		Stav zásob k 31. 12. 2008
Měrná jednotka v tis. m ³		
bilanční	volné	636,4
prozk.	vázané	
bilanční	volné	302
vyhled.	vázané	
bilanční celkem		938,4

2. Popis technologie dobývání

Těžební činnost je prováděna ve stěnovém lomu, u něhož došlo k postupnému zahloubení, takže lom je nyní stěnojámový (viz obr. č. 3: Celkový pohled do lomu, viz příloha č. 2: Řez kamenolomem 1-1'). Výška hlavní lomové stěny je zhruba 16-20 m, má směr SV-JZ a vychází z kóty 593 m n. m. Z této úrovně je rovněž provedeno zahloubení na úroveň 585 m n. m. Hlavní postup těžebních prací je veden severozápadním směrem. Vytvořená pracoviště jsou závislá na zvedacím zařízení. V lomu Hraničná byly hlavními zvedacími prostředky lanové jeřáby o nosnosti 14 t. Ty jsou vedeny souhlasně se směrem hlavní lomové stěny. Vzdálenost nosných lan je 30 m. Současná roztěženost lomu je dána právě dosahem zmíněných lanových jeřábů, kdy po jejich instalaci v polovině 80. let minulého století došlo k zahlubování právě pod původní bázi lomu nacházející se v úrovni 593 m. Generelní svah lomové stěny se pohybuje v rozmezí 20-30°. Je tvořen 1-3 m vysokými stupni suroviny. Tato mocnost je dána puklinovým systémem horniny.



Obr. č. 3: Celkový pohled do lomu

Z výše uvedeného lze tedy shrnout, že ložisko je roztěženo generelními 2 řezy v úrovních: 593 a 585 m n. m. První řez je v úrovni 593 m n. m. V západní části bude těženo mimo bloky zásob. Průměrná výška řezu v SZ části je cca 9 m, přičemž maximální výška

činí 18 m. Druhý řez je v úrovni 585 m n. m., výška stěny je 8 m. Při těžbě v uvedených dvou pracovištích je využíváno základních puklinových systémů pro vytváření jednotlivých stupňů v řezech. Mezi horní hranou řezu v úrovni 585 m n. m. a patou řezu v úrovni 593 m n. m. je ponechán ústupek v šíři 3 m.

Skrývkové práce

Skrývkové práce jsou v současné době na lomu Hraničná provedeny v dostatečném rozsahu, takže v období cca 5-10 let s těmito pracemi není uvažováno. Pro výhledové období však tyto práce budou prováděny standardními postupy. V případě, že bude nutné provést skrývky pomocí trhacích prací, tak vrtání bude prováděno pomocí vrtací soupravy LVE – 70. Organizace také zvažuje možnost provádět vrtací práce pro těžbu skrývek (navětralé svrchní vrstvy ložiska) dodavatelsky. Odtěžení zemin a rekultivace schopných vrstev včetně ornice bude provedeno rovněž dodavatelsky.

Rozvod vzduchu byl původně realizován z centrální kompresorovny umístěné vedle sociální budovy pevným rozvodem ocelovým svařovaným potrubím o průměru 100 mm na plato lomu a dále pomocí pryžových hadic o průměru 25 mm na jednotlivá pracoviště. Stlačený vzduch byl vyráběn elektrickými pístovými kompresory typu DSK 3 a DSK 2.

V současné době se připravuje mobilní kompresorová stanice, která se osvědčila i na jiných provozech společnosti. Jedná se o kontejner pro přepravu materiálu, ve kterém jsou instalovány stabilní kompresory (např. typ ATMOS 270). Dle projektové spotřeby vzduchu se pak do kontejneru instaluje jeden nebo dva kompresory, resp. se na lokalitu umístí i více kontejnerů. Toto řešení je výhodné z pohledu možnosti instalování na jinou lokalitu (např. při zvýšené poptávce). Rovněž umožňuje odvoz relativně drahého zařízení při dlouhodobější odstávce – např. zimní.

Očišťování a vrtání

Před realizací trhacích prací pracovníci lomu provedou očištění lomové stěny a těžební etáže, a to buď pomocí tlakové vody nebo ofukování tlakovým vzduchem. Očišťování za pomoci tlakové vody se provádí použitím ponorného čerpadla (běžně používán typ KDFU 80) pro důlní vody, rozvod je realizován pomocí požárních hadic typu „B“

nebo „C“ s proudnicí. Tlakový vzduch se získává za použití kompresorů. Po očištění lomové stěny se provádějí vrtací práce pro primární oddělení bloku suroviny z masivu za využití přírodních tektonických puklin a poruch. Pro souvislé řady vývrtů se v lomu Hraničná používají lehké vrtací sloupky LVS – VK 19, LVS – VK 22 nebo vrtací sloupky rudlikové VS – VK 15 a dále hydraulická vrtací souprava Monodrillguide. Jednotlivé vrty se provádí pomocí ručních vrtacích kladiv VK 15 (22). Používané vrtací korunky jsou jednobřité o průměrech 26, 29, 32, 34 mm a roubíkové o průměrech 32, 34 mm.

V případě složitých úložních poměrů se používá pro uvolnění žulového masivu termické řezání propalovacími soupravami typu TB 5 za pomoci technického benzínu a tlakového vzduchu. Princip této metody je následující: spalováním jemné směsi stlačeného vzduchu a technického benzínu je povrch žuly termicky namáhán. Krystaly křemene se postupně uvolňují a strhávají i ostatní minerály. Surovina tímto způsobem není narušována do hloubky. Tento způsob termického řezání na provozovně Hraničná se používá jednou, maximálně dvakrát za těžební sezónu a je již v republikovém měřítku unikátní.

Trhací práce

Trhací práce malého rozsahu na lomu Hraničná jsou povoleny rozhodnutím OBÚ v Liberci č.j. 540-02/01 ze dne 4.4.2001. Používají se trhaviny s deflagrantním (posuvným účinkem) – např. VESUVIT TN, dále průmyslové trhaviny, bleskovice, el. rozbušky a palníky. Přímě v lomu Hraničná jsou instalovány tři typizované sklady trhavin M 200.

V dalším období je výhledově uvažováno používat v kombinaci s trhacími pracemi i nevýbušný způsob rozpojování, a to pomocí přípravku CEVAMIT nebo pomocí hydraulických klínů. CEVAMIT je nevýbušná, suchá, práškovitá směs, určená na rozpojování tuhých soustav, jako jsou např. horniny, beton, zdivo apod. Touto směsí mohou být rozpojované také materiály, které se v důsledku působení takového napětí porušují křehkým lomem.

CEVAMIT je v podstatě maltovina, která po smíšení s vodou v určitém poměru hydratuje, přičemž zvětšuje svůj objem v důsledku vzniku nové krystalické mřížky struktury. Při tom vzniká tzv. krystalizační tlak na vykonání užitečné práce. CEVAMIT se skládá ze základní složky, která je tvořena maltovinami a z dalších anorganických a organických příměsí. CEVAMIT se vyrábí ve dvou modifikacích, a to jako letní směs pro teploty vyšší než 0 °C

a jako zimní směs pro teploty 0 °C až -5 °C.

Dělení horniny

Další dělení horniny se provádí po primárním oddělení žulového bloku z masivu sekundárně na bloky určené pro zpracování na ušlechtilou kamenickou výrobu. Surovina se opět rozvrtá pomocí ručních vrtacích kladiv VK – 15. Rozlom je realizován za pomoci pérových klínů, případně opět pomocí trhacích prací malého rozsahu.

Manipulace se surovinou

K manipulaci s bloky suroviny jsou na lomu Hraničná nainstalovány 2 lanové jeřáby o nosnosti 14 tun. Dále byl k manipulaci s bloky používán mobilní jeřáb RDK 300, elektrický vrátek o nosnosti 10 tun a tlakové vaky.

Výhledově však těžář připravuje využití mobilních zdvihacích zařízení.

Zpracování na výrobky HKV

Surovina nevhodná na výrobky ušlechtilé kamenické výroby byla zpracovávána pomocí ručních klínovacích kladiv typu K 9 na výrobky hrubé kamenické výroby - kopáky, haklíky, soklový kámen, hranoly (viz obr. č. 4: Kopáky a č. 5: Soklový kámen). Manipulace s výrobky hrubé kamenické výroby byla dříve prováděna za pomoci vysokozdvizného vozíku Pogruzčik o nosnosti 5 tun, samovysypných koreb a kamenických plat. V první fázi navýšení těžeb těžební organizace neuvažuje o výrobě HKV na lokalitě. Budou převážně těženy bloky pro výrobu UKV.

Zpracování na výrobky UKV

Zpracování bloků z kamenolomu Hraničná, i z ostatních lomů společnosti LIGRANIT a.s., na výrobky ušlechtilé kamenické výroby probíhá ve zpracovatelském středisku v Liberci – Rochlici. Stručný popis technologie zpracovatelského střediska pro dokreslení je následující. Surové bloky jsou skladovány v dosahu mostového jeřábu o nosnosti 25 tun, který zajišťuje jejich dopravu ke zpracování. Primární dělení se provádí na katru Breton 120 a kotoučové pile Big Breton o průměru kotouče 3 m. Pro sekundární řezání jsou zde kotoučové pily Tecna, Rover a Hydrosag. Leštění desek je prováděno na leštící lince Breton a stranové leštičce Edilux. Pro leštění masivních a atypických prvků

se používá brousící rameno a ruční brusky. Ručně se provádějí i další povrchové úpravy jako: špicování, pemrlování, tryskání a opalování.



Obr. č. 4: Kopáky



Obr. č. 5: Soklový kámen

3. Stav odvalu a rozbor situace

Odval je umístěn částečně v jihovýchodní části DP Hraničná a další část je mimo DP, nalézá se na pozemních p.p.č. 393/2, 393/4, 393/7 v k.ú. Hraničná (viz obr. č. 6: Odval v kamenolomu Hraničná, viz příloha č. 3: Detailní situace odvalu). Vzhledem k tomu, že je umístěn ve III. zóně Chráněné krajinné oblasti Jizerské hory, je jeho vnímání, ať veřejností nebo orgány ochrany přírody, velmi kritické. Provoz odvalu byl povolen tehdejšími orgány Ministerstva kultury ČSR, následně Ministerstvem životního prostředí. V druhé polovině 90. let minulého století vyslovila SCHKO Jizerské hory na základě žádosti organizace o udělení další výjimky nesouhlas s provozováním odvalu. Posléze byla zpracována dokumentace o hodnocení vlivu na životní prostředí – EIA. Na základě dokumentace EIA a následného posudku pak Okresní úřad Jablonec nad Nisou, referát životního prostředí, dle tehdy platného zákona č. 244/1992 Sb. souhlasil s realizací provozu těžby v DP Hraničná a Hraničná I za současného provozování odvalového hospodářství. Hrana odvalu je v nadmořské výšce mezi 590,7–598,6 m n. m., pata odvalu je v nadmořské výšce mezi 581,9–598,5 m n. m. V současné době je ukládání na odval minimalizováno a největší důraz je kladen na jeho postupné odtěžování a následné využití.



Obr. č. 6: Odval v kamenolomu Hraničná

Do budoucna je počítáno s umístěním odvalového hospodářství přímo do prostoru lomu. Nejvýhodnějším místem pro ukládání odvalu je místo hned u příjezdu od lomu, po pravé straně, v geologickém bloku č. 1, resp. č. 2 (viz příloha č. 4: Mapa geologických bloků zásob), kde by mohlo být uloženo cca 8 200 m³ materiálu za předpokladu, že bude vyřešen odpis části těchto geologických zásob. Na tento odval by byla ukládána pouze surovina nevhodná pro jakékoli další využití - např. část skrývek v budoucnosti. Surovina vhodná k dalšímu zpracování bude pouze dočasně deponována na prostranství před sociální budovou a následně využita – předrcena. Ze zkušenosti těžební organizace v jiných jejích provozech (Ruprechtice, Nová Ves nad Nisou) vyplývá, že dočasné deponie a následné zpracování uložených hmot je provozně možné a je proto snahou organizace trvalé deponie již nevytvářet, resp. vytvářet pouze v naprosto nezbytném množství.

3.1. Historie odvalu

- Ve 20. až 60. letech minulého století postupně vzniká odval.
- V 70. letech minulého století dodával kamenolom Hraničná vytěžený materiál hlavně na výstavbu pražského metra. Jednalo se téměř výhradně o dodávku bloků, které byly následně řezány na deskovinu a dále zpracovávány. Vzhledem k tomu, že se jednalo o úkol „státního významu“, nebyla ve velké míře surovina nevhodná na výrobu bloků jinak dále zpracovávána (např. na výrobky HKV) a byla bez užitku ukládána na odval. Během této doby enormně nabyl odval na velikosti.
- 9.12.1977 vydává ONV Jablonce nad Nisou pod č.j.: OVÚP/8669/77/328/2 územní rozhodnutí pro odvalové hospodářství.
- 19.11.1991 vydává MŽP ČR pod č.j.: 19 702/91-3390/006 rozhodnutí o provozování odvalu.
- V roce 1996 byl vypracován projekt „Rekultivace odvalu kamenolomu Hraničná“ firmou EKOLES – Management s.r.o., Jablonec nad Nisou. Účelem bylo zlepšení estetiky krajiny a vlastní rekultivací snížit rozsah škod vzniklých provozem kamenolomu, rozšíření lesní půdy, biologická bariéra proti hlučnosti a prašnosti z kamenolomu. Akce byla rozdělena na rekultivaci technickou a biologickou.
- Správa Chráněné krajinné oblasti Jizerské hory, se sídlem v Liberci, vyslovila svým rozhodnutím č.j. R 97/007/08 ze dne 29.8.1997, podle ustanovení §12, odst. 2 zák. č. 114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů,

svůj **nesouhlas** s rekultivací odvalu dle projektu EKOLES – Management s.r.o. V odůvodnění je uvedeno, kromě jiného:

- Navržená konečná podoba rekultivovaného odvalu přesahuje svými půdorysnými rozměry a objemem současný stav, a tím zesiluje jeho negativní vliv na krajinný ráz. Toto nepříznivé působení provozování odvalu bude probíhat cca 20-30 let, bez jakéhokoli rekultivačního efektu.
- Dokumentace uvažuje se zásahem do zapojené porostní stěny lesa, což představuje zásah spojený s nebezpečím průniku nežádoucích abiotických i biotických činitelů do zapojeného lesního porostu v těsném sousedství stávajícího tělesa odvalu.
- Navržený způsob provozování odvalu povede k nezvratné ztrátě oblastně specifické hodnotné stavební suroviny, což může být následným argumentem pro otvírání nových i starých již biologicky stabilizovaných těžebních prostorů v krajině, případně pro zavádění cizorodných staveních materiálů do místní krajiny.
- Závěrem se konstatuje, že předložená dokumentace rekultivace nerespektuje přírodní charakteristiku místa. To by vedlo ke snížení přírodní a estetické hodnoty krajinného rázu, ve smyslu zákona o ochraně přírody a krajiny.
- Proti rozhodnutí prvoinstančního orgánu bylo v zákonné lhůtě podáno odvolání provozovatelem – Ligranit s.r.o. Liberec (později byla změněna právní forma na a.s.). Odvolací orgán, MŽP ČR, svým rozhodnutím odvolání zamítl a napadené rozhodnutí potvrdil.
- Provozovatel kamenolomu Ligranit s.r.o. Liberec a orgán ochrany přírody, Správa CHKO Jizerské hory se sídlem v Liberci, uzavřeli dne 18.2.1998 smlouvu, jejímž předmětem je odsouhlasení ukládání odpadu z těžby kamene v rámci dobývacího prostoru v roce 1998 a závazek respektování závěrů procesů EIA a jejich zapracování do návrhu nového POPD.
- V roce 1998 byla vypracována dokumentace EIA, která posuzovala dvě varianty pro řešení odvalového hospodářství:
 - Varianta A - pro řešení odvalového hospodářství je uveden záměr provedení rekultivace odvalu podle projektu EKOLES - Management s.r.o. Toto řešení nebylo přijato rozhodujícím orgánem státní správy – SCHKO Jizerské hory.

- Varianta B - Rozebírání odvalu.
- V únoru v roce 1999 byla pro další provoz odvalového hospodářství vybrána dle posudku EIA, varianta B – Rozebírání odvalu. Tato varianta byla zpracována provozovatelem ve spolupráci s autory dokumentace EIA a byla průběžně konzultována se zástupci CHKO Jizerské hory.
- 8.4.1999 vydal OÚ Jablonec nad Nisou pod č.j.: 3138/98 souhlasné stanovisko s variantou B dokumentace EIA pro odvalové hospodářství.

3.2. Stabilitní poměry stávajícího odvalu

Podloží odvalu. Těleso odvalu je ukládáno do symetrické, výrazně zahlobené protáhlé prohlubně, jejíž příčný profil je formován do tvaru písmene „V“. Sklony svahů této prohlubně dosahují cca 18°-20° a vystupují více než 20 m nad její dno, které v nevýrazné ploše dosahuje šířky cca 20–30 m. Prohlubeň je zahlobena do skalního podkladu, který je zde budován hrubě zrnitou porfyrickou žulou, krkonošsko-jizerského typu (porfyrický biotitický granit - liberecká žula). Tato žula je v kamenolomu těžena. S ohledem na uvedenou genezi prohlubně je zřejmé, že žula skalního podkladu ve svazích prohlubně vystupuje mělce pod povrch terénu a je kryta pouze málo mocným eluviodeluviální zvětralinovým pláštěm, který nabývá charakter hrubé hlinito-písčité drtě. Poněkud větší mocnosti, řádově 1,5-2,5 m, dosahuje tento eluviodeluviální kryt ve dnu prohlubně.

Ve smyslu ČSN 73 1001 je žula vlastního skalního podkladu zařazena do třídy 2a, hlouběji 1aa, eluviodeluviální kryt do třídy 12 nebo 14. Oba uvedené typy hornin poskytují velmi únosnou žulu, prakticky nestlačitelnou základovou půdu, která vytváří příznivý, velmi únosný a stabilní podklad pro ukládání tělesa odvalu. V povrchové zvětralinové zóně nebyly vůbec zjištěny jílovité, vysoce plastické polohy s nízkým úhlem vnitřního tření a nízkou kohezí, které by v podloží odvalu mohly za určitých podmínek, například při zvýšené vlhkosti, vytvářet kluznou plochu, na které by mohlo dojít k porušení stability celého tělesa odvalu.

Dnem prohlubně protéká potok, který je živěn jednak podzemními vodami z puklinových prameních vývěr v kotlinovitém uzávěru prohlubně, jednak srážkovými vodami, které spadnou na plochu jejího geografického povodí. Tyto vody infiltrují v horních partiích do východního okraje tělesa odvalu a objevují se v patě jeho čela jako potok

vedený erozním korytem, cca 20-40 cm hlubokém. Průtok potoka pod čelem odvalu byl odhadnut a činil cca $3-5 \text{ l.s}^{-1}$. Zrnitostní složení odvalu a jeho velká mezerovitost je pro infiltraci povrchové vody velmi příznivá a umožňuje její volný průtok. Tato voda stabilitu tělesa odvalu v žádném případě negativně neovlivňuje.

Těleso odvalu je vybudováno ze dvou typů zemní, resp. horninové hmoty. Do tělesa odvalu jsou ukládány především ostrohranné kusy, balvany a horninové bloky méně kvalitní žuly (viz obr. č. 7: Těleso odvalu), odtěžené v kamenolomu, v menší míře jsou zastoupeny hrubé hlinito-písčité drtě eluviodeluviálního pláště, které jsou těženy jako skrývka ložiska. Procentní zastoupení těchto dvou komponent tělesa odvalu je přirozeně proměnné v závislosti na stavu těžby. Podle odhadu však lze předpokládat, že obecně kusovité komponenty jsou zastoupeny cca 60 %, eluviodeluviální drtě 40 %.

Oba dva typy horninové hmoty, které těleso odvalu budují, jsou z hlediska geotechnického posuzovány jako nesoudržná zemní hmota, jejíž úhel vnitřního tření je roven úhlu svahu, který je vytvořen jejím volným sypaním (viz příloha č. 5: Řez odvalem 2-2').



Obr. č. 7: Těleso odvalu

Dle odečtu z mapy dosahuje úhel vnitřního tření průměrné hodnoty 34° . Stabilita svahu, vytvořeného jen z nesoudržného, klastického materiálu, je odvislá pouze od úhlu tření této hmoty a není závislá na výšce svahu, jak je tomu u soudržných zemin. To znamená, že uvedená horninová hmota, ze které je odval budován, se volným sypáním ukládá do přirozeného sklonu, který je roven úhlu vnitřního tření daného materiálu a stupeň stability svahu čela odvalu dosahuje hodnoty $k_s = 1$ bez ohledu na jeho výšku. Zvýšení stupně bezpečnosti k_s by bylo možno dosáhnout přirozeně úpravou sklonu svahu čela odvalu do úhlu menšího než 34° .

Pro svahy v nesoudržných zeminách platí:

$$\gamma_0 \times \sin \alpha = \gamma_0 \times \cos \alpha \times \operatorname{tg} \varphi$$

$\gamma_0 \dots$ objemová hmotnost
 $\alpha \dots$ úhel sklonu svahu
 $\varphi \dots$ úhel vnitřního tření

$$\gamma_0 \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \gamma_0 \times \operatorname{tg} \varphi$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi \Rightarrow \boxed{\alpha = \varphi}$$

Závěrem lze shrnout, že podloží, na které je těleso odvalu ukládáno, je budováno značně únosnými, stabilními, málo stlačitelnými, respektive prakticky nestlačitelnými zeminami a horninami. Tyto zeminy a horniny poskytují velice jakostní podloží pro ukládání tělesa odvalu bez nebezpečí vytváření predisponovaných kluzných ploch, po kterých by k porušení jeho stability mohlo dojít. Odval je budován především ostrohrannou kusovitou horninovou hmotou, v menší míře jsou zastoupeny hlinitopísčité hrubozrnné drtě skřívky ložiska. Oba typy horninové hmoty jsou z hlediska vhodnosti pro budování zemních násypů hodnoceny velmi příznivě. Z této horninové hmoty lze budovat dostatečně stabilní násypy i bez průběžného hutnění pouze volným sypáním, při kterém se svahy násypu samy formují do sklonu, který se rovná úhlu vnitřního tření použité nesoudržné horninové hmoty. Sklony svahů odvalu, vybudovaného z uvedené horninové hmoty, nejsou závislé na jejich celkové výšce a po volném sypání jsou tvarovány do sklonů se stupněm bezpečnosti $k_s = 1$. To znamená, že výška odvalu neovlivní stupeň bezpečnosti svahu odvalu.

3.3 Stabilitní poměry nově budovaných výsypných stupňů i závěrných svahů odvalu

Zavedeme stupeň bezpečnosti k_s pro jednotlivé výsypné stupně a pro závěrný svah tělesa odvalu.

- Sklon výsypného stupně tělesa odvalu

$$k_s = 1,1$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{1,1}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} 34^\circ}{1,1}$$

$$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\operatorname{tg} 34^\circ}{1,1} = \boxed{31,5^\circ}$$

Sklon výsypného stupně tělesa odvalu po zaokrouhlení činí 31° .

- Sklon závěrného svahu tělesa odvalu

$$k_s = 1,2$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{1,2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} 34^\circ}{1,2}$$

$$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\operatorname{tg} 34^\circ}{1,2} = \boxed{29,3^\circ}$$

Sklon závěrného svahu tělesa odvalu po zaokrouhlení činí 29° .

Při odtěžování suroviny z odvalu bude dodržen výsypný sklon 31° , který odpovídá stupni bezpečnosti $k_s = 1,1$. Finální závěrný svah bude upraven na sklon 29° , který odpovídá stupni bezpečnosti $k_s = 1,2$.

Výše uvedené stupně bezpečnosti jsem zvolil na základě dlouhodobě příznivých stabilitních poměrů tělesa odvalu, kdy v minulosti nejsou známy případy porušení statiky tělesa odvalu. Z výše uvedeného stabilitního posudku (viz. kapitola 3.2.) je zřejmé, že svah by byl stabilní i s nižším zvoleným stupněm bezpečnosti.

4. NÁVRH REKULTIVACE ODVALU

Návrh řešení rekultivace je postupné rozebírání odvalu shora a drcení získaného materiálu na kamenivo, které bude komerčním produktem. Sklon těžebního řezu by měl odpovídat požadavkům kapitoly 3.3. Dle požadavků vyhlášky ČBÚ č. 26/1989 Sb. bude na provoz odvalu vypracován technologický postup, který určí bezpečnostní opatření pro ukládání a odběr hmot, způsob zneškodňování prachu, zajištění strojů a zařízení, odvodňování prostoru odvalu. Odval nebude plošně rozšiřován a na závěrných svazích odvalu bude prováděna průběžná rekultivace podporováním přirozené sukcese. V dokumentaci EIA není stanovena konečná kóta úprav a tedy i vlastní kubatura a množství kamene, které by mělo být z odvalu odebráno, zpracováno a odvezeno. Kompletní likvidace celého odvalu není možná, ani reálná. Celkové odtěžení odvalu by přineslo zhoršení negativních vlivů na zdravé životní podmínky obyvatelstva a na životní prostředí emisemi hluku a znečištěním ovzduší. Proto jsem navrhl řešení a dále ho popsal v kapitole 4.2.2. Po odtěžení odvalu se bude nakládat s nevyužitelnou surovinou buď ukládáním ve vytěžených prostorech kamenolomu nebo přednostně mezideponováním na nezrekultivované části plochy stávajícího odvalu a následným zpracováním. Takto by se mělo postupovat se souhlasem SCHKO.

4.1. Zásady nakládání s odvalem

1. Odtěžování

Postupné odtěžování odvalu shora, drcení materiálu na kamenivo, cca 10 000 t ročně, v období květen – srpen (viz kapitola 4.2.).

2. Nerozšiřování

Nerozšiřovat spodní hranu odvalu, ani zde neprovádět výsadbu. Jedná se o lokalitu zvláště chráněného rostlinného druhu (vemeník zelenavý – *Platanthera chloranga*).

3. Zelený pás

Dosadba zeleného pásu na východním svahu mezi skupinou stromů v údolí a pásem zeleně podél příjezdové cesty (šířka pásu min. 5 m, kombinace dřevin smrk, bříza, modřín, osika, javor klen, jeřáb).

4. Podpora SUKCESE

Průběžná rekultivace střední a východní části svahu odvalu podporováním sukcese

(částečné zasypání zeminou, výsev břízy, modřínu, osiky). Rekultivace naváže na přirozeně probíhající sukcesi v západní části svahu odvalu.

5. Ohrazení

Ohrazení odvalu a vybavení výstražnými tabulemi „Vstup zakázán“ z důvodu ochrany obyvatel před úrazem při vstupu (viz obr. č. 8: Postup nakládání s odvalem).

4.2. Technická rekultivace na celé ploše odtěženého odvalu

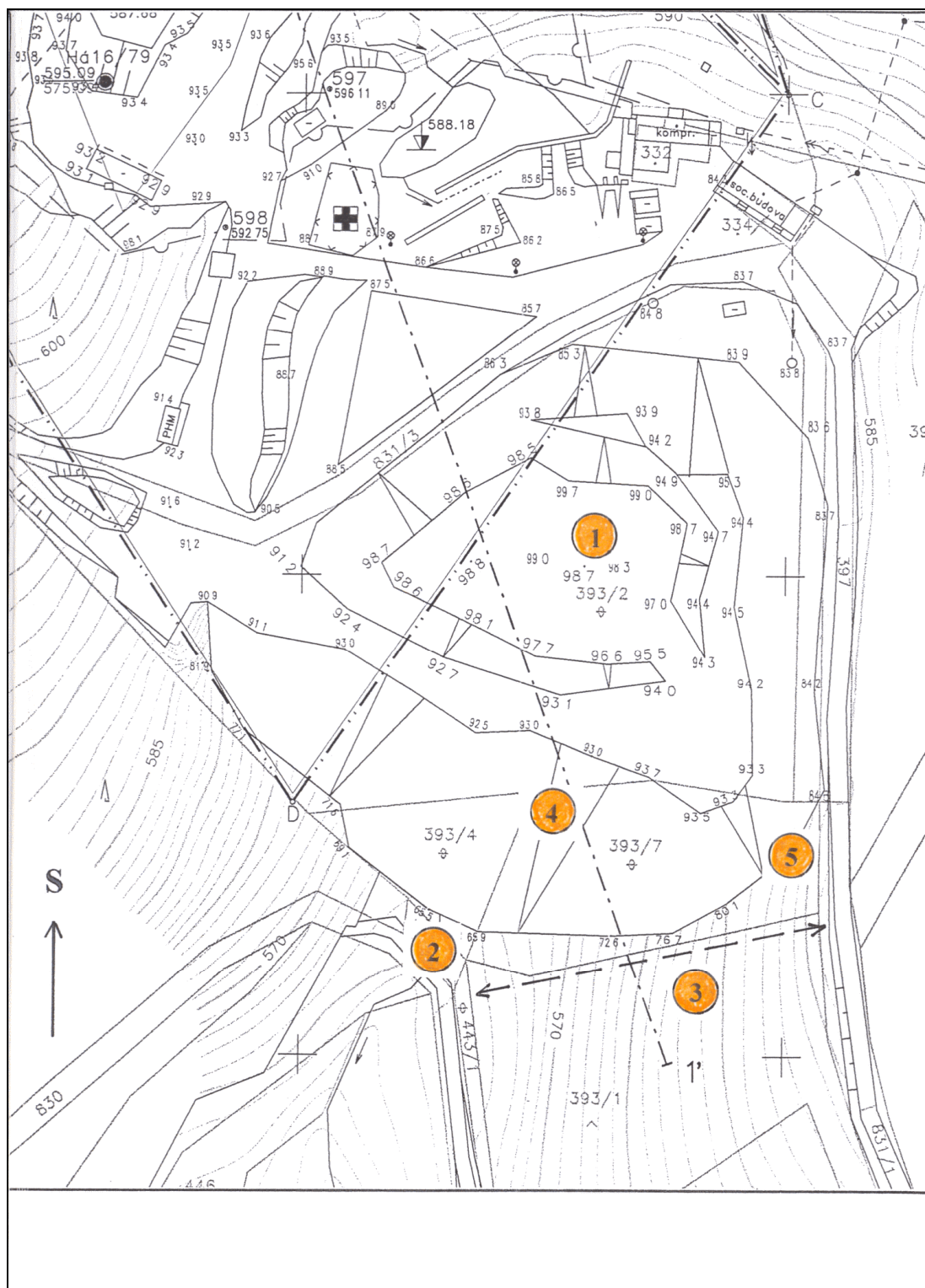
Pro návrh technické rekultivace je nutné určit množství suroviny na odvalu. Vzhledem k tomu, že ložisko je dlouhodobě těženo, vznikl základ odvalu ještě před zaměřením původního terénu. Z morfologie okolního terénu jsem interpoloval předpokládaný průběh vrstevnic původního terénu (viz příloha č. 6: Mapa – výpočet objemu hmot v tělese odvalu) a na základě toho jsem provedl výpočet .

4.2.1. Výpočet objemu hmot deponovaných v tělese odvalu

K určení objemu suroviny deponované na odvalu jsem použil trojúhelníkovou metodu. Vzhledem k tomu, že původní průběh terénu není přesně znám a je pouze předpokládán z morfologie okolního terénu, je použitá metoda dostatečně přesná a vypovídající.

Postup:

1. Navrhl jsem rozdělení tělesa odvalu trojúhelníkovou sítí s ohledem na to, aby stanovené trojúhelníky a následný objem co nejlépe reprezentoval skutečnost.
2. Z mapy jsem odečetl příslušné rozměry jednotlivých trojúhelníků a vypočetl jejich plochy.
3. U jednotlivých lomových bodů trojúhelníkové sítě jsem z mapy odečetl nadmořské výšky odvalu a nadmořské výšky původního terénu, z nichž jsem pak vypočítal průměrnou mocnost odvalu v lomovém bodě trojúhelníkové sítě (viz tabulka č. 2: Průměrné mocnosti odvalu na vrcholových bodech trojúhelníkové sítě).
4. Z průměrné mocnosti příslušných lomových bodů jsem vypočítal průměrnou mocnost jednotlivých bloků.
5. Vynásobením příslušné plochy bloků x jeho průměrné mocnosti jsem získal objem bloků (viz tabulka č. 3: Dílčí objemy bloků).



Obr. č. 8: Postup nakládání s odvalem

6. Výsledný objem hmot deponovaných v tělese odvalu jsem získal sumou objemů jednotlivých bloků (viz příloha č. 6: Mapa – výpočet objemu hmot v tělese odvalu).

Závěr:

Vypočtený objem hmot odvalu činí 101 000 m³ po zaokrouhlení.

Tabulka č. 2: Průměrné mocnosti odvalu na vrcholových bodech trojúhelníkové sítě

Lomové vrcholové body	Nadmořská výška odvalu (m n. m.)	Nadmořská výška původního terénu (m n. m.)	Mocnost (m)
1	583,7	580,2	3,5
2	586,7	585,0	1,7
3	591,5	572,0	19,5
4	585,0	585,0	0,0
5	583,0	583,0	0,0
6	592,4	568,5	23,9
7	585,0	585,0	0,0
8	565,0	565,0	0,0

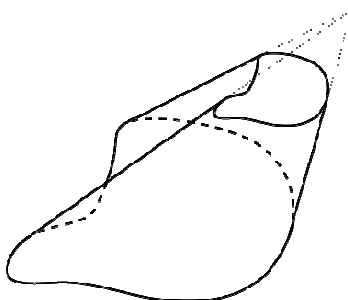
Tabulka č. 3: Dílčí objemy bloků

Trojúhelník (blok)	Plocha odpočítaná z mapy (m ²)	Průměrná mocnost bloku (m)	Objem bloku (m ³)
1	1296	8,2	10 627,2
2	1974	8,5	16 779,0
3	1870	8,5	15 895,0
4	2400	8,0	19 200,0
5	1860	8,0	14 880,0
6	1800	8,0	14 400,0
7	1173	7,7	9 032,1
Celkem			100 813,3

4.2.2. Návrh konečného stavu odvalu

Po zhodnocení situace jsem dospěl k názoru, že konečným stádiem technické rekultivace by mělo být zarovnání prostoru odvalu do roviny určené vodorovnou rovinou v úrovni 584 m n. m. (tj. v úrovni příjezdové komunikace). Tím pádem by došlo k vytvoření vodorovného plata odvalu, které bude osázeno vhodnými dřevinami. Přitom zůstane nedotčena pata odvalu. Situace je zřejmá (viz příloha č. 7: Řez odvalem 3-3' konečný stav). Přibližnou aproximací tělesa odvalu nad úrovní 584 m n. m. na komolý kužel jsem vypočetl objem hmot určených k odtěžení.

Průnik kuželového prostoru a rovinné vrstvy takový, že vrchol kuželového prostoru leží vně kuželové plochy, se nazývá **komolý kužel** (viz obr. č. 9: Komolý kužel). Tloušťka vrstvy určuje výšku komolého kužele. **Komolý** rotační kužel má kruhové podstavy a přímka procházející středy obou podstav je kolmá k rovinám, v nichž podstavy leží.



Obr. č. 9: Komolý kužel

$$V = \frac{1}{3} h (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$$

$$V = \frac{1}{3} 8 (491 + 7854 + \sqrt{491 \times 7854})$$

$$V = 27\,490 \text{ m}^3$$

h ... výška komolého kužele

s ... obsahy podstav

Vypočtený objem hmot určených k postupnému odtěžení je po zaokrouhlení přibližně 28 000 m³.

Z kapitoly 3.2. vyplývá následující přibližné složení deponovaných hmot odvalu: 60 % kusovitých úlomků a 40 % eluviodeluviální drtě. Jejich objemová hmotnost je $2,7 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$ u kusovitých úlomků a $2,2 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$ u eluviodeluviální drtě. Průměrně lze tedy počítat $2,5 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$ pro celé těleso odvalu. **Celková hmotnost materiálu určeného k odtěžení je 68 750 t.**

4.2.3. Technologie odtěžení části odvalu

Z odvalu bude odtěženo a následně předrceno 69 000 t hmot.

Navrhuji tento postup odtěžování odvalu: Materiál na odvalu, jehož velikost neumožní přímé naložení, bude rozpojován nevybušnými prostředky, např. pomocí hydraulického kladiva. Může být použito hydraulické kladivo typu Cat H 45-H180S na pásovém rypadle CAT 308C CR (viz tabulka č. 4: Informace o pásovém rypadle CAT 308C CR a obr. č. 10: Pásové rypadlo CAT 308C CR). V případě neúspěchu bude použita klasická trhací práce pro rozpojení jednotlivých balvanů v prostoru provozovny tak, aby vlastní odval vytvářel ochrannou kulisu. Takto rozpojený materiál by se dopravoval pomocí kolového nakladače typu CAT 950H (viz tabulka č. 5: Informace o kolovém nakladači CAT 950H a obr. č. 11: Kolový nakladač CAT 950H) s objemem lopaty 3 m^3 do mobilního drtícího zařízení RESTA DCJ 900x600 na pásovém podvozku (viz tabulka č. 6: Informace o mobilním drtícím zařízení Resta DCJ a obr. č. 12: Mobilní drtící zařízení Resta DCJ). Toto zařízení by bylo osítováno tak, aby výsledné frakce (nejčastěji 0-22, 22-63, 63-25) odpovídaly požadavkům zákazníků. Tyto frakce by byly ukládány na zemní skládky a z nich expedovány pomocí kolového nakladače na odvozní prostředky odběratelů. Mobilní drtící zařízení bude v provozu vždy kampaňovitě dva měsíce v roce (předpokládá se květen a červenec). Po tuto dobu bude nadrceno cca $2 \times 5000 \text{ t}$ kameniva, což odpovídá provozním i komerčním možnostem. Ve fázi provozu drtičky kamene, nakladače a autodopravy je třeba zajistit měření hlukových poměrů. V případě překročení limitů hlukové zátěže realizovat protihlukové opatření, tj. instalace protihlukové stěny. Odvoz kameniva bude zajišťován po dobu dvou následných měsíců po drcení 16-ti nákladními auty za den (doprava do lomu a zpět). Počítá se s 8 soupravami 22 t a 8 nákladními automobily 10 t. Předpoklad expedice jsou 2 měsíce, respektive 40 pracovních dní. Za jeden den se tedy plánuje odvoz 250 t, a to 8 soupravami ($8 \times 22 = 176 \text{ t}$) a 8 nákladními vozy ($8 \times 10 = 80 \text{ t}$), to je 16 příjezdů a 16 odjezdů, celkem 32 jízd za 8 hodin.

Při odvozech budou využita vozidla zákazníků. V suchých obdobích, při provozu drtičky, bude pravidelně prováděno zkrápění komunikací a odvalu tak, aby nedocházelo ke zvýšené prašnosti.

Tabulka č. 4: Informace o pásovém rypadle CAT 308C CR

Kompaktní rádius	Rýpadlo 308C CR má kompaktní rádius, takže je ideální pro práce v městské zástavbě, kde je prostor často omezený.
Pracovní zařízení	Pracovní zařízení umožňuje použít jeden výložník se dvěma různými násadami a dosáhnout tak maximální produktivity při provádění nejrozmanitějších prací.
Snadná údržba	Dlouhé intervaly údržby a snadněji proveditelná údržba přispívají k vyšší provozní pohotovosti stroje a ke snížení provozních nákladů.
Motor	Motor Mitsubishi 4M 40-E1 je vysoce výkonný, ale přitom mimořádně hospodárny a má nízké hladiny hlučnosti. Všechny komponenty motoru jsou konstruovány tak, aby byly maximálně odolné vůči opotřebení a měly dlouhou životnost.
Lopaty, rychloupínací zařízení a pracovní nástroje	Dodávané lopaty ex-CWTS, rychloupínací zařízení, víceúčelové drapáky, nůžky a dodávaná kladiva ex-CIPL – to vše představuje všechny potřeby koncového uživatele.
Stanoviště obsluhy	Zvětšená kabina a nová konstrukce okna umožňuje dokonalý výhled a zvyšuje komfort obsluhy. Systém posuvných dveří dovoluje obsluze snadný přístup, i když stroj pracuje v omezeném prostoru. Všechny ovládací prvky jsou snadno dosažitelné, jejich ovládání je snadné a vyžaduje jen malou sílu.
Podvozek a radlice	Tuhá konstrukce podvozku Caterpillar a osvědčené konstrukční a výrobní techniky zajišťují mimořádnou odolnost podvozku v nejnáročnějších podmínkách. Radlice je vybavená vyměnitelnými a otočnými řeznými břity s dlouhou životností a maximální spolehlivostí.
Hydraulika	Průtokový hydraulický systém se dvěma čerpadly je vysoce efektivní a spolehlivý. Řízení průtoku od čerpadel umožňuje efektivně využívat palivo a snadno a plynule ovládat stroj, snižuje hladiny hlučnosti a prodlužuje životnost komponentů.
Technické parametry	Výkon motoru: 41 kW (56 k) Max. hloub. dosah/max. dosah: 4,60 m/6,8 m Objem lopaty: 0,10 ... 0,35 m ³ Provozní hmotnost: 7,6 ... 8,0 t



Obr. č. 10: Pásové rypadlo CAT 308C CR



Obr. č. 11: Kolový nakladač CAT 950H

Tabulka č. 5: Informace o kolovém nakladači CAT 950H

Spolehlivost a životnost	Osvědčené komponenty a osvědčená technologie Technika ACERT zaručuje výkonnost, účinnost a trvanlivost při současném dodržení emisních předpisů. Součásti pro těžký provoz obstojí ve všech provozních podmínkách. Robustní, tuhá konstrukce vyznačující se dlouhou životností.
Produktivita a všestranné použití	Kratší časy pracovních cyklů zabezpečované hydraulickým systémem typu „load-sensing“. Konstantní výkon na setrvačnicku v celém rozsahu pracovních otáček motoru. Systém automatického nabírání materiálu do lopaty automatizuje cyklus nakládání. Speciální provedení stroje pro zvláštní aplikace. Široký výběr pracovních nástrojů Cat.
Komfort pro obsluhu	Snadné nastupování do kabiny i vystupování z ní. Vynikající výhled z kabiny. Komfortní prostředí s nízkou hladinou přenášených vibrací. Možnost výběru systémů ovládání řízení stroje a pracovního nástroje.
Snadná údržba	Sdružená místa údržby umožňují pohodlnou údržbu. Vynikající přístup ke všem místům údržby. Monitorovací systém spolu s podporou ze strany dodavatele omezuje vznik neočekávaných prostojů.
Pořizovací a provozní náklady	Lepší využití paliva. Kvalitativně vyšší údržba. Elektronický systém monitoruje provozní stav a výkonnost stroje. Komplexní služby dodavatele zákazníkům.
Motor	Motor C7 s technikou ACERT, který splňuje emisní předpisy EU stupeň IIIA, v sobě spojuje osvědčené systémy s vylepšenou technologií pro zabezpečení přesného dávkování paliva do spalovacího prostoru. Při zachování výkonnosti motoru, jeho účinnosti a dlouhé životnosti došlo současně k výraznému snížení emisí.
Nápravy	Pevná přední náprava je připevněna k rámu, nese hmotnost kolového nakladače a zachycuje vnitřní namáhání krutem a vnější síly vznikající při pracovní činnosti stroje. Konstrukce zadní nápravy umožňuje výkyvy v rozmezí $\pm 13^\circ$. Všechna čtyři kola zůstávají v kontaktu s povrchem země, což zajišťuje vynikající stabilitu a trakci i na nerovném povrchu.
Technické parametry	Výkon motoru: 147 kW (200 k) Stat. klopný moment při plném zatočení: 13.650 kg Vylamovací síla: 157 kN Objem lopaty: 3,3 m ³ Provozní hmotnost: 19,5 t

Tabulka č. 6: Informace o mobilním drticím zařízení Resta DCJ

Zpracovává	Beton, železobeton Cihelné suti Přírodní materiály do pevnosti 300 MPa
Použití	Slouží k drcení stavebních sutí a přírodních materiálů. Materiál k drcení se zavází kolovým nakladačem do násypky. Z násypky je materiál dávkován podavačem do drtiče. Podrcený materiál se vynáší pásovým dopravníkem na zemní skládku, případně do třídícího zařízení.
Násypka	Masivní ocelová svařovaná konstrukce, objem 6 m ³ , hydraulicky sklopné bočnice a zadní čelo, min. výška sypné hrany 3000 mm, šířka sypné hrany 3900 mm, pancéřování HARDOX.
Podavač	Vibrační 860 x 4000 mm, kaskádový rošt předtřídění se štěrbinou 50 mm, plynulá regulace podávání frekvenčním měničem, pancéřování HARDOX.
Drtič	Výkonný jednovzpěrný čelistový drtič DCJ s rozměrem vstupu 900x600 mm, otočitelné manganové čelisti, štěrbina nastavitelná v rozsahu 40 - 170 mm, mechanickohydraulické stavění štěrby.
Pásový pohon produktu	Šířka 950 mm, pohon elektrobuben Interroll, hydraulicky sklopný pro transport.
Pohon	Zabudovaná elektrocentrála, dieselmotor CAT 7,2 l, 170 kW při 1800 ot/min, generátor Leroy Somer, ruční spojka SP 214. Výkonová rezerva pro možné připojení třídícího zařízení RESTA 1200x3000/2, nebo RESTA TK7.
Hydraulika	Hydrogenerátor DANFOSS, proporcionální rozvaděč DANFOSS, olejová nádrž 130 l, elektricky ovládaná hydraulická stanice s 5 sekcemi. Hydraulika slouží pro pojezd jednotky a pro sklápění pásových dopravníků a bočnic násypky.
Pásový podvozek	Pásky Intertractor B3, hydromotory LINDE, rychlost pojezdu pásů plynule volitelná prostřednictvím pákového ovladače od 0 do 0,6 km/h (želva) a od 0 do 1,1 km/h (zajíc), stoupavost 20°, výkon hydrogenerátoru je automaticky nastavován v závislosti na jeho zatížení z důvodu minimalizace spotřeby PHM a nezatěžování hydraulického systému.



Obr. č. 12: Mobilní drtící zařízení Resta DCJ

Uvedený způsob drcení kameniva byl odzkoušen provozním pokusem v průběhu roku 2008 na odvalu kamenolomu Ruprechtice. Zkoušku provedly Stavby silnic a železnic a.s., OZ 2 Liberec, s mobilním drtícím zařízením rakouské firmy Hartl. Výsledky potvrdily reálnost navrženého postupu.

Objem odtěžovaných hmot odpovídá přibližně 7 realizacím drcení po 10 000 t materiálu. Zatím se nejeví reálná možnost provádět tyto akce každý rok. Přibližný optimální interval drcení v daných podmínkách je 3 roky. Z toho vyplývá přibližná doba technické rekultivace na 21 let. Pokud ovšem poptávka po kamenivu výrazně vzroste, těžební organizace realizuje předrcení dle požadavků a doba technické rekultivace se úměrně zkrátí.

4.3. Biologická rekultivace

Po technické rekultivaci bude následovat rekultivace lesnická, která bude probíhat na ploše o celkové výměře 0,6 ha.

Na dané lokalitě je absolutní nedostatek kvalitní zúrodněnischopné zeminy a poměrně velké emisní zatížení. Z těchto důvodů je vhodné zalesnit modřínem při normě výsadby 4000 jedinců/ha a břízou při normě výsadby 1000 jedinců/ha.

Vzhledem k extremitě lokality se počítá u modřínu se 60% nezdarem, u břízy se 40% nezdarem a z toho plynoucí potřeba vylepšení. Vylepšení bude provedeno v roce následujícím po 1. zalesnění týmiž dřevinami.

Jelikož není možnost rozprostřít ani 20cm vrstvu zúrodněné zeminy, bude nutná výměna zeminy alespoň v jamkách 35x35x35 cm. Potřeba humusu pro 1 jamku bude cca 0,020 m³ humusu. Po dobu 5ti let bude kultura chráněna proti okusu zvěře nátěrem sazenic.

Sled rekultivačních prací:

- 1. rok: výkop jamek + výměna zeminy v jamkách a výsadba sazenic (školkové do 60 cm)
- 2. rok: vylepšení výsadby
- 2. - 5. rok: ochrana proti okusu zvěře nátěrem
- V průběhu prvního až druhého desetiletí biologické rekultivace bude v součinnosti se správou CHKO Jizerské hory realizována postupná obměna břízy modřínu za původní dřeviny (tj. buk, jeřáb, jedle a další).

5. STRUČNÝ TECHNICKO-EKONOMICKÝ A EKOLOGICKÝ PŘÍNOS ŘEŠENÍ

Vzhledem k charakteru těžby, který se zaměřuje na dobývání malých objemů vysoce kvalitní suroviny a vzhledem k příhodnému umístění lomu v dostatečné vzdálenosti od osídlení, nepřesahují běžné problémy související obecně s těžbou (hluk, prašnost) únosnou míru.

Hlavním problémovým okruhem je otázka nakládání s odpadním kamenem a rekultivace odvalu. Stávající odval nepředstavuje ekologické riziko z hlediska kontaminace prostředí, ani z hlediska negativního ovlivňování flóry a fauny. Jedná se ve skutečnosti o umělou analogii žulových kamenných polí, která jsou v Jizerských horách běžná a patří zde k přirozenému prostředí.

Hlavní ekologické důvody pro snahu o rozebrání a využití odvalu jsou dva:

- negativní vliv odvalu na krajinný ráz, který je o to závažnější, že se jedná o lokalitu v chráněné krajinné oblasti;
- využití materiálu deponovaného na odvalu může snížit tlak na otvírání nových zemníků a lomů v CHKO a může mít nepřímý kladný vliv na životní prostředí na jiných lokalitách.

Navržené řešení počítá i s dalším provozem odvalového hospodářství, po ukončení realizace varianty B (tj. odtěžení části odvalu) alternativně dojde k ukládání nevyužitelné suroviny do vytěžených prostorů kamenolomu, nebo vytvoření mezideponie na části technicky zrekultivovaného prostoru po odvalu, který bude odstíněn provedenými úpravami (zalesnění). Materiál z takto vytvořené mezideponie bude zpracován podle varianty B. Vznikne tak manipulačně a časově potřebný prostor pro řešení problematiky odvalového hospodářství provozovatele.

Důležitým předpokladem pro vlastní realizaci je zajištění ekonomičnosti celého provozu, což závisí především na dostatečném odbytu materiálu. Dle zkušeností z odvalu kamenolomu Ruprechtice činily celkové náklady na 1 t předrceného materiálu 115 Kč bez DPH, prodejní cena byla stanovena na 160 Kč/1 t bez DPH. Z toho vyplývá, že ačkoli je hlavním přínosem předrcení hmot z odvalu řešení jeho negativního vlivu na okolní životní prostředí, může být i ekonomicky zajímavé pro provozovatele kamenolomu.

Drcené kamenivo získané zpracováním odvalu není v současné době certifikováno dle norem běžně používaných při výrobě drceného kameniva, proto je jeho využití omezeno na provádění jednoduchých zemních úprav a prací bez vysokých požadavků na kvalitu kameniva. Avšak je intenzivně využíváno především státním podnikem Lesy ČR, které ho využívají na úpravy lesních cest v oblasti CHKO Jizerské hory. Tím splňuje požadavky Správy CHKO Jizerské hory, která pro tyto práce přednostně doporučuje místní tradiční materiály. Drcené kamenivo z odvalu tak vlastně nahrazuje původně tradičně těžená ložiska, tzv. perku neboli žulových eluvií, v oblasti Jizerských hor.

Jako reálná se jeví i možnost využít určitou část suroviny z odvalu jako různé druhy lomového kamene (převážně lomový kámen záhozový a rygolový). Tuto možnost navrhuji využít pouze v případě, že v konkrétní těžené části odvalu bude kusovitost úlomků vhodná pro tyto výrobky.

ZÁVĚR

Na základě požadavků SCHKO Jizerské hory a v souladu se schváleným provozem odvalového hospodářství jsem navrhl rekultivaci stávajícího odvalu. Rekultivace spočívá v postupném odtěžování shora v rozsahu přibližně 28 000 m³. Odtěžený materiál bude dále drcen na kamenivo, které bude komerčním produktem. K drcení bude použito mobilního drtícího zařízení, které bude v provozu 2 měsíce v roce. Odval nebude plošně rozšiřován a bude prováděna průběžná lesnická rekultivace podporovaná přirozenou sukcesí. Po odtěžení části odvalu se bude nakládat s nevyužitelnou surovinou buď ukládáním ve vytěžených prostorech kamenolomu, nebo přednostně mezideponováním na technicky nezrekultivované části plochy stávajícího odvalu a následným zpracováním na drcené kamenivo.

Důležitým předpokladem pro praktickou realizaci tohoto záměru je zajištění dostatečného odbytu drceného kameniva. Proto je nezbytná nejen obchodní aktivita provozovatele, ale i podpora ze strany příslušných orgánů ochrany přírody při prosazování zdejšího přirozeného materiálu při silničních i pozemních stavbách.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1 Aktualizovaný POPD kamenolomu Hraničná
- 2 Dokumentace o hodnocení vlivu na životní prostředí kamenolomu Hraničná
- 3 KRYL, Václav a kol.: Povrchové dobývání ložisek, VŠB Technická univerzita
Ostava, 1997
- 4 Posudek dokumentace o hodnocení vlivů stavby kamenolomu Hraničná na životní
prostředí
- 5 SLIVKA, Vladimír a kol.: Těžba a úprava silikátových surovin, Silikátový svaz
Praha, 2002
- 6 Dostupné na Internetu:
www.p-z.cz
www.resta.cz
www.dspprerov.cz

SEZNAM OBRÁZKŮ

Číslo obrázku	Strana textu	Název přílohy
Obr. 1	2	Území ložiska
Obr. 2	6	Liberecká žula
Obr. 3	10	Celkový pohled do lomu
Obr. 4	13	Kopáky
Obr. 5	13	Soklový kámen
Obr. 6	15	Odval v kamenolomu Hraničná
Obr. 7	19	Těleso odvalu
Obr. 8	23	Postup nakládání s odvalem
Obr. 9	26	Komolý kužel
Obr. 10	27	Pásové rypadlo CAT 308C CR
Obr. 11	27	Kolový nakladač CAT 950H
Obr. 12	27	Mobilní drticí zařízení Resta DJC

SEZNAM TABULEK

Číslo tabulky	Strana textu	Název přílohy
Tab. 1	9	Stav vytěžitelných zásob
Tab. 2	23	Průměrné mocnosti odvalu na vrcholových bodech
Tab. 3	25	Dílčí objemy bloků
Tab. 4	27	Informace o pásovém rypadle CAT 308C CR
Tab. 5	27	Informace o kolovém nakladači CAT 950H
Tab. 6	27	Informace o mobilním drticím zařízení Resta DCJ

SEZNAM PŘÍLOH

Číslo přílohy	Název přílohy
Příloha č. 1	Celková situace kamenolomu Hraničná
Příloha č. 2	Řez kamenolomu Hraničná 1-1'
Příloha č. 3	Detailní situace odvalu
Příloha č. 4	Mapa bloků zásob
Příloha č. 5	Řez odvalem 2-2'
Příloha č. 6	Mapa - výpočet objemu hmot v tělese odvalu
Příloha č. 7	Řez odvalem 3-3' konečný stav